

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E RECURSOS PESQUEIROS



RESTRIÇÃO ALIMENTAR NO MANEJO DE JUVENIS DE TAMBAQUI (Colossoma macropomum)

ELIENA GUIMARÃES FARIAS

MANAUS - AM

Dezembro, 2021

ELIENA GUIMARÃES FARIAS

RESTRIÇÃO ALIMENTAR NO MANEJO DE JUVENIS DE TAMBAQUI (Colossoma macropomum)

Orientadora: Sanny Maria de Andrade Porto, Dra.

Coorientadores: Cheila de Lima Boijink, Dra.

Jony Koji Dairiki, Dr.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros - PPGCARP da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros.

MANAUS-AM

Dezembro, 2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Farias, Eliena Guimarães

F224r

Restrição alimentar no manejo de juvenis de tambaqui (Colossoma macropomum) / Eliena Guimarães Farias . 2021 52 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Sanny Maria de Andrade Porto Coorientadora: Cheila de Lima Boijink Coorientador: Jony Koji Dairiki Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas.

- 1. Piscicultura. 2. Colossoma macropomum. 3. Manejo alimentar.
- 4. Custos. I. Porto. Sanny Maria de Andrade. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ELIENA GUIMARÃES FARIAS

Restrição alimentar no manejo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomu*m)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, área de concentração em Produção Animal.

Aprovada em 12 de novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Cheila de Lima Boijink - Presidente

EMBRAPA Amazônia Ocidental

Dr. Rodrigo Yukihiro Gimbo - Membro

Rodingo G. Gimbo

Universidade Nilton Lins

Dr. Gustavo Yomar Hattori - Membro

Universidade Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, sem Ele nada seria possível em minha vida, Ele que me manteve de pé e permitiu que eu chegasse até o final dessa jornada.

Gostaria de agradecer a meus orientadores e coorientadores, Doutores Cheila Boijink, Jony Dairiki e Sanny Porto por todo ensinamento, conselhos, apoio, paciência, dedicação, amizade e acolhimento como orientanda, além de ter aprendido muito como profissional levarei comigo valores que pude observar em nossa convivência como por exemplo a empatia, além de excelentes profissionais vocês são exemplos de seres humanos, muito obrigada por tudo.

Quero agradecer também a Equipe de Nutrição e Saúde (N&S), aos mestres Celso e Hilacy, as alunas de apoio técnico Aline, Géssica, Geysa, Kédima e Lorena, aos alunos de iniciação científica Marcos, Ádila, Larissa, Vanessa, João Marcos, Gilberto e Gabriella, muito obrigada pelo apoio no experimento, parceria nos trabalhos em equipe e amizade que criamos ao longo dessa jornada.

Agradeço também a Embrapa Amazônia Ocidental pela estrutura concedida para que pudéssemos realizar a pesquisa e também aos funcionários senhor Édson, senhor Marconde, a equipe do Laboratório de Piscicultura da Embrapa, Dra Cláudia Majolo e a técnica Msc Irani que estavam sempre dispostos a nos ajudar.

A Universidade Federal do Amazonas, ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros pelo apoio a esta pesquisa e a instituição Fapeam pela concessão da bolsa de estudos.

Quero agradecer também a minha turma de mestrado pelas experiências compartilhadas em sala de aula, em especial aos amigos que fiz carinhosamente chamados de "Jacks", Danielly, Ancelmo e Armando, além das amigas que sempre estiveram ao meu lado, Brenda e Lorena, sou muito grata por tudo o que vivemos, principalmente pelo apoio e amizade de vocês.

Por último, porém o mais importante, agradecer a minha família que apesar de tudo sempre se manteve unida, vocês são a minha base, pai, mãe e irmã essa conquista também é de vocês. Ao meu companheiro de vida Cássio, que mesmo muitas vezes distante se manteve presente e me apoiando para que eu não desistisse dessa difícil caminhada, obrigada meu amor, deu tudo certo.

Ademais, a todos que indiretamente fizeram parte deste percurso e a todos que foram citados até aqui, meus mais sinceros agradecimentos.

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes" - Marthin Luther King.

RESUMO

O gasto com alimentação chega a ocupar em torno de 70% dos custos de produção na criação de peixes. Uma das alternativas para amenizar este custo é a adoção de estratégias alimentares, entre elas a restrição alimentar que consiste em deixar os peixes em curto período de jejum proporcionando economia de ração. O objetivo deste estudo foi avaliar os diferentes números de dias em restrição alimentar dos juvenis de tambaqui visando a diminuição dos custos com ração sem comprometer o desempenho, bem como avaliar a existência do crescimento compensatório. O estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Saúde de peixes da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, Brasil. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando 6 tratamentos (T0 – Alimentação diária, T1 – Um dia de jejum na semana, T2 – Dois dias de jejum na semana, T3 – Três dias de jejum na semana, T4 – Quatro dias de jejum na semana e T5 – Cinco dias de jejum na semana) com 5 repetições. Foram utilizados juvenis com peso médio inicial de 25,89 ± 3,57 g e de comprimento médio 11,69 ± 0,65 cm, alojados em bacias de 70 L, com renovação constante de água e aeração artificial alimentados por um período de 45 dias. Ao final do experimento foram avaliados índices de desempenho zootécnicos como peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência, índices hepatossomáticos, lipossomáticos e viscerossomáticos, parâmetros sanguíneos além de uma análise simples de custo com alimentação. Houve diferença significativa para PF, GP, CR e CAA. As melhores CAA foram encontradas em dois e três dias de jejum, bem como o melhor GP que foi encontrado em um dia de jejum semanal, além do tratamento controle (alimentação diária). Nas relações somáticas houve diferença estatística para todas as variáveis e os valores dos tratamentos que mais se aproximaram da alimentação diária foram um e dois dias de jejum semanais. Nos parâmetros hematológicos, a glicose apresentou diferença estatística entre o tratamento controle e os demais, com exceção do tratamento 4 que não diferiu significativamente do controle e a hemoglobina também apresentou diferença estatística entre os tratamentos, entretanto não houve diferença significativa entre os tratamentos de um e três dias de jejum semanais em relação ao tratamento controle. Com relação ao custo, o tratamento com dois dias de restrição semanal propiciou maior redução de custo com ração. Concluiu-se com este estudo que juvenis de tambaqui submetidos a até dois dias de restrição alimentar podem apresentar crescimento compensatório parcial, além de diminuir em até 36,8% os custos com fornecimento de ração. Submeter juvenis de tambaqui a mais de dois dias de restrição alimentar compromete o desempenho zootécnico, as relações somáticas, além de causar alteração na glicose e hemoglobina.

Palavras-chave: Piscicultura, Colossoma macropomum, manejo alimentar, custos.

ABSTRACT

Spending on food reaches around 70% of production costs in fish farming. One of the alternatives to alleviate this cost is the adoption of feeding strategies, including food restriction, which consists of leaving the fish in a short period of fasting, providing feed savings. The aim of this study was to evaluate the different number of days of food restriction of tambagui juveniles in order to reduce feed costs without compromising performance, as well as to evaluate the existence of compensatory growth. The study was conducted at the Fish Nutrition and Health Laboratory at Embrapa Western Amazon, Manaus, Amazonas, Brazil. The trial was conducted in a completely randomized design (DIC), using 6 treatments (T0 - Daily food, T1 - One fasting day a week, T2 - Two fasting days a week, T3 - Three fasting days a week, T4 - Four fasting days a week and T5 -Five fasting days a week) with 5 repetitions. Juveniles with an average initial weight of 25.89 ± 3.57 g and average length of 11.69 ± 0.65 cm were used, housed in 70 L basins, with constant water renewal and artificial aeration fed for a period of 45 days. At the end of the experiment, zootechnical performance indices were evaluated such as final weight (FP), weight gain (GP), feed intake (CR), apparent feed conversion (CAA) and survival, hepatosomatic, liposomal and viscerosomatic index, blood parameters in addition to a simple food cost analysis. There was a significant difference for PF, GP, CR and CAA. The best CAA were found on two and three days of fasting, as well as the best GP that was found on a weekly fasting day, in addition to the control treatment (daily feeding). In the somatic relationships, there was a statistical difference for all variables and the values of the treatments that were closest to the daily diet were one and two days of weekly fasting. In hematological parameters, glucose showed a statistical difference between the control treatment and the others, with the exception of treatment 4 which did not differ significantly from the control and hemoglobin also showed a statistical difference between treatments, however there was no significant difference between treatments of one and three days of weekly fasting in relation to the control treatment. With regard to cost, the treatment with two days of weekly restriction provided greater reduction in the cost of feed. It was concluded with this study that tambaqui juveniles submitted to up to two days of food restriction may present partial compensatory growth, in addition to reducing the costs with feed supply by up to 36.8%. Submitting tambagui juveniles to more than two days of food restriction compromises zootechnical performance, somatic relationships, in addition to causing changes in glucose and hemoglobin.

Keywords: Fish farming, Colossoma macropomum, feed management, costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes no Setor de Piscicultura da
Embrapa Amazônia Ocidental25
Figura 2 - Ração comercial utilizada para alimentação dos juvenis de tambaqui 26
Figura 3 - Juvenis de tambaqui utilizados no experimento
Figura 4 - A: Aquisição dos juvenis de tambaqui. B: Aclimatação dos juvenis de tambaqui
27
Figura 5 - Pesagem de ração para cada tratamento de acordo com a biometria do lote
28
Figura 6 - Sistema de bacias experimentais com aeração e renovação de água
constantes em bancadas
Figura 7 - Pesagem do lote de juvenis de tambaqui para biometria final do experimento
30
Figura 8 - Pesagem em balança analítica e mensuração de tamanho em ictiômetro dos
juvenis de tambaqui para determinação da biometria final
Figura 9 - A: Coleta de sangue por punção da veia caudal. B: Mensuração de glicose
com aparelho. C: Tubos eppendorf para armazenamento de sangue
Figura 10 - A: Leitura dos tubos capilares com auxílio do cartão de leitura para contagem
de hematócritos. B: Contagem de eritrócitos em microscópio. C: Eritrócito em câmara de
Neubauer32
Figura 11 - A: Dissecação dos peixes para retirada do fígado, gordura e vísceras. B:
Pesagem do peixe, fígado, gordura e vísceras para realizar as relações somáticas. C:
Separação do fígado, vísceras e gordura para pesagem
Figura 12 - Gráfico de médias relacionando os tratamentos com o ganho de peso 34
Figura 13 - Gráfico de médias relacionando os tratamentos com a conversão alimentar
aparente

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros de qualidade de água
Tabela 2. Desempenho zootécnico (Peso inicial - PI; Peso final - PF; Ganho de peso -
GP; Consumo de ração - CR; Conversão Alimentar Aparente - CAA; Sobrevivência - S)
dos lotes (n = 6) de juvenis de tambaqui submetidos a restrição alimentar35
Tabela 3. Parâmetros hematológicos (Glicose; Hematócrito; Hemoglobina; Eritrócito,
Volume Corpuscular Médio – VCM; Hemoglobina Corpuscular Média – HCM;
Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média - CHCM) dos lotes de juvenis de
tambaqui submetidos a restrição alimentar36
Tabela 4. Parâmetros morfométricos (Peso do Lote - PL; Peso Unitário - PU;
Comprimento Total – CT; Comprimento Padrão – CP; Relação Hepatossomática – RHS;
Índice de Gordura Visceral – IGV; Relação Vicerossomática (RVS) de juvenis de
tambaqui submetidos a restrição alimentar37
Tabela 5. Custo da quantidade de ração para produção de cada quilograma de tambaqui
e suas respectivas porcentagens de economia

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO1							
2.	C	BJ	ETIVOS	15				
	2.1	(OBJETIVO GERAL	15				
	2.2	(OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15				
3.	F	REV	ISÃO BIBLIOGRÁFICA	16				
	3.1	ŀ	Estratégias Alimentares	16				
	3	.1.1	Restrição alimentar em peixes	16				
	3	.1.2	2 Crescimento compensatório em peixes	18				
	3.2	-	Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	20				
	3.3	/	A piscicultura no Amazonas	22				
4.	Ν	/IAT	ERIAL E MÉTODOS	24				
	4.1	l	Local Experimental	24				
	4.2	1	Aquisição dos Insumos	25				
	4.3	I	Delineamento Experimental	27				
	4.4	/	Análise de água	28				
	4.5	/	Análise dos Índices de desempenho zootécnico	29				
	4.6	/	Análise de parâmetros sanguíneos	31				
	4.7	/	Análise dos índices de relação somática	32				
	4.8	/	Análise do custo de produção	33				
	4.9	/	Análise estatística	33				
5.	F	RES	ULTADOS	33				
6.	С)ISC	CUSSÃO	38				
7.	C	ON	ICLUSÃO	41				
8.	F	REF	ERÊNCIAS	41				
a	Δ	NE	YOS	52				

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de peixes nativos e a principal espécie criada e comercializada é o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Um levantamento feito em 2019 mostrou que não houve variação brusca na produção de peixes nativos no Brasil salientando que foram produzidas apenas 20 toneladas a mais em relação a 2018, ano que alcançou 287.910 toneladas. Esse levantamento também mostrou que a produção total de peixes nativos, liderada pelo tambaqui, no ano de 2019 foi de 38% com redução de apenas 2% em relação a 2018, que obteve produção total de 39,84% (Associação Brasileira da Piscicultura, 2020). Em 2020, apesar da criação de peixes nativos ainda ser uma parcela importante para o comércio brasileiro de peixes, houve continuidade no decréscimo da produção, a qual obteve-se 278.671 t, representando 3,2% a menos que o ano anterior segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (2021).

A região Norte detém grande parte da produção de peixes do país. Segundo Pedrosa Filho et al. (2016) as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil assumem grande parte da produção de peixes redondos devido ao seu elevado potencial econômico. Manaus está entre as capitais da região Amazônica que mais consomem pescado nativo, e o tambaqui é um dos principais peixes consumidos e criados pela população local. Campos et al. (2015) mostraram que a produção do tambaqui na região Norte respondeu por mais de 90% do volume total produzido no país, e já chegou a mais de 65 mil toneladas, sendo a cidade de Manaus o principal destino da maior parte da produção, onde estes peixes são comercializados principalmente em mercados locais e feiras livres. Estudos feitos por esses autores chegaram à conclusão que o consumo desta espécie na cidade de Manaus chegou a 40 mil toneladas ao ano, correspondendo a mais de 17 kg por habitante ao ano.

Na piscicultura ainda existem alguns entraves a serem solucionados, dentre eles estão a nutrição e alimentação, pois estas influenciam diretamente no desempenho do peixe e no custo de produção. De acordo com Cyrino (2012) a alimentação é a maior despesa na criação de peixes a qual pode chegar até 70% dos gastos e oneram esta atividade. Além disso o valor das rações extrusadas oferecidas na região Norte estão

acima do valor de mercado de outras regiões e tem como principais fatores a agregação do frete e ausência de indústrias locais, sem deixar de lado o preço dos insumos utilizados para fabricação da ração com ênfase na proteína que é o nutriente que mais eleva o custo da dieta (SOUZA, 2009).

Estratégias de alimentação que envolvem diferentes ciclos de privação alimentar com posterior realimentação têm sido utilizados em pesquisas para diversas espécies de peixes, incluindo o tambaqui (SOUZA, 1998; PALMA et al., 2010; SANTOS et al., 2015; HERRERA et al., 2016; SANTOS et al., 2018) e estão sendo estudadas como forma de manter ou melhorar o desempenho zootécnico dos peixes de forma mais econômica para o produtor, além de verificar possíveis respostas compensatórias no desenvolvimento de cada espécie.

Sabe-se que a adoção de estratégias que otimizem a produção e diminuam os custos do piscicultor é essencial (CORRÊA et al., 2009). Como na região ainda não existem alimentos não convencionais produzidos em larga escala, que possam ser utilizados pelas indústrias de fabricação de ração, para substituir os ingredientes convencionais e otimizar o crescimento dos peixes, e consequentemente baratear a ração produzida no estado deve-se fazer um estudo com outros métodos para aprimorar o desempenho e diminuir o custo com alimentação na piscicultura. Desse modo, estudar a adoção de estratégias alimentares que possam ser utilizadas para maximizar o desempenho zootécnico e tornar a produção do tambaqui menos onerosa é de extrema importância.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o manejo de restrição alimentar nos juvenis de tambaqui visando a diminuição dos custos com ração sem comprometer o desempenho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o desempenho zootécnico dos juvenis de tambaqui (fase inicial/recria), utilizando o manejo de restrição alimentar com intuito de otimizar o manejo nutricional dos animais experimentais;

Avaliar o processo de ganho compensatório dos juvenis de tambaqui submetidos ao manejo de restrição alimentar;

Avaliar as respostas hematológicas dos juvenis de tambaquis após restrição alimentar;

Avaliar a diferença das relações corporais dos juvenis de tambaqui que foram submetidos a restrição alimentar;

Avaliar o custo para produção de juvenis de tambaqui com base no consumo de ração utilizando a estratégia de diferentes restrições alimentares.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Estratégias Alimentares

Entende-se por estratégia alimentar a utilização de práticas de manejo alimentar que tenham um determinado objetivo ou resultado. A alimentação é o custo mais alto em uma piscicultura e chega a 70% dos gastos na produção (CYRINO, 2012), pois os ingredientes que compõem as rações possuem alto valor comercial e concomitante ao fato de que ainda não há uma ração elaborada com ingredientes não convencionais que diminua o custo da produção piscícola faz-se necessária a utilização de outras técnicas alimentares que possam amenizar os gastos com a alimentação dos peixes. Segundo Cunha et al. (2013) é necessário estabelecer um protocolo de alimentação adequado para desenvolver condições ideais de produção de novas espécies aquícolas. A consolidação de um protocolo alimentar colabora com a redução do desperdício de ração, além de melhorar o retorno econômico da produção (CHO et al., 2007).

Técnicas como a restrição alimentar e consequente ganho compensatório vem sendo estudadas com o objetivo de diminuir o custo com ração aliando a melhora do desempenho dos peixes, entre outros benefícios. A restrição alimentar com posterior realimentação, são medidas importantes a serem adotadas pois estas analisam a capacidade de recuperação metabólica natural e de crescimento dos peixes, permitindo uma redução da quantidade de ração fornecida (SOUZA et al., 2003).

3.1.1 Restrição alimentar em peixes

Segundo Chagas et al. (2005), atender à exigência nutricional das espécies criadas com a administração de dietas balanceadas é extremamente importante para o desenvolvimento dos peixes. A sazonalidade em determinadas épocas do ano, causa da indisponibilidade de alimentos em seu habitat ou na piracema, faz com que a maioria das espécies de peixes sejam submetidas a privação alimentar naturalmente, sendo capazes de sobreviver a essas condições por longos períodos de tempo (SHIMENO; KHEYYALI; TAKEDA, 1990), fato este que torna o fornecimento diário de ração desnecessário,

possibilitando minimizar os custos de produção e garantir aumento da rentabilidade do produtor (CAMARGO; ZAIDEN; URBINATI, 2008). Alguns estudos apresentam alterações fisiológicas e metabólicas complexas que peixes sujeitos a privação alimentar prolongada sofrem para realizar ajuste em seu organismo (METÓN, I; FERNANDEZ; BAANANTE, 2003; HAGEN et al., 2009), entretanto, dependem do tempo de restrição, da espécie e da fase de desenvolvimento do peixe (POTTINGER; RAND-WEAVER; SUMPTER, 2003).

De acordo com Cook et al. (2000), a privação alimentar afeta o metabolismo onde processos vitais ocorrem pela mobilização das reservas endógenas e ocasionam a diminuição do peso (WEATHELEY e GILL, 1981). Após privação alimentar, algumas espécies de peixe como o robalo — flecha, aparentemente necessitam de um determinado período de realimentação para reestabelecer suas reservas energéticas (HERRERA et al., 2016). Esses períodos longos de restrição alimentar podem causar deficiência na habilidade que o organismo possui em se recuperar após o reestabelecimento dos níveis adequados de alimentação em diferentes estágios de desenvolvimento dos peixes (SANTOS et al., 2018).

Alguns autores afirmam que a restrição alimentar para peixes juvenis de algumas espécies não é recomendada, pois afeta negativamente seu desenvolvimento como descrito por Geller et al. (2018) estudando o efeito da restrição alimentar em juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), observaram que cessar a alimentação por mais de dois dias compromete significativamente o crescimento dos juvenis desta espécie na fase de crescimento inicial, assim como Herrera e seus colaboradores (2016) estudando a restrição alimentar em juvenis de robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*), concluíram que os juvenis dessa espécie não devem ser submetidos a este manejo alimentar pois acarreta prejuízos ao seu desenvolvimento produtivo.

Para criação de peixes nativos, a restrição alimentar está sendo estudada como forma de diminuir os custos provenientes da alimentação. Santos et al. (2018), avaliaram o desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) que foram submetidos a restrição alimentar com posterior realimentação e chegaram à conclusão que alimentar os tambaquis na fase juvenil cinco vezes na semana com apenas dois dias de restrição tem o melhor resultado para diminuir os custos na produção sem decréscimo

na produtividade e rendimento nesta fase da vida da espécie. Juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) submetidos a mesma estratégia alimentar, reduziram o consumo de ração em 37%, fator este muito importante no sistema intensivo de criação (SANTOS et al., 2015).

Estratégias alimentares também são estudadas para peixes ornamentais com outras finalidades. Uma pesquisa feita por Santos et al. (2016), em que utilizaram machos de peixes beta (*Betta splendens*) para avaliar o desempenho desses animais sob restrição alimentar, concluíram que alimentar os peixes durante seis dias na semana com restrição de um dia é o melhor manejo alimentar para garantir desempenho zootécnico da espécie. Pires et al. (2016) pesquisaram o acará joia (*Hemichromis bimaculatus*) com o intuito de analisar a inclusão de bioflocos em conjunto com a restrição alimentar como estratégia para obtenção de alimento alternativo para as larvas desta espécie, e concluíram que o peso das larvas melhorou com utilização da restrição alimentar.

3.1.2 Crescimento compensatório em peixes

Segundo Bavčević et al. (2010) a definição de crescimento compensatório se dá pelo aumento da taxa de massa corporal ou comprimento após determinado período de restrição de alimento. Santos et al. (2015), destacaram que o crescimento compensatório é uma estratégia bastante descrita, que pode ser utilizada como ferramenta para solucionar entraves na piscicultura, melhorando a taxa de crescimento dos peixes, além de minimizar os custos na produção. Esta condição refere-se a capacidade que o peixe tem de otimizar o tempo em que leva para reestabelecer seu peso corporal ou até mesmo elevar a taxa de crescimento, quando é realimentado após determinado período em jejum (SANTOS et al., 2018).

A utilização correta do crescimento compensatório, pode fornecer maior produtividade (WANG et al., 2009), além disso, quando aplicado em curtos período de privação alimentar e posterior realimentação dos peixes, fornece redução do consumo de ração e minimiza o custo com mão de obra para arraçoamento, afirmando a importância desse manejo para aplicação na aquicultura (SANTOS et al., 2018). Há três

formas definidas para classificar o crescimento compensatório nos peixes, a primeira é o crescimento compensatório total onde os peixes que foram submetidos ao jejum conseguem alcançar o mesmo tamanho que os peixes que não ficaram em jejum, a segunda é o crescimento compensatório parcial que é quando os peixes privados de alimentação atingem taxas de crescimento moderadamente rápidas e conseguem obter melhores taxas de conversão alimentar durante a realimentação, entretanto não atingem o mesmo tamanho que os peixes que foram alimentados continuamente e a terceira é a sobrecompensação ou crescimento excessivamente compensatório que ocorre quando os peixes que foram submetidos a restrição alimentar atingem tamanho superior aos peixes que não foram submetidos a restrição de alimentos (ALI; NICIEZA; WOOTTON, 2003).

Uma pesquisa que foi elaborada utilizando tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem *Genomar Supreme* geração 14, mostrou que estes animais têm crescimento compensatório total quando submetidos a sete dias de restrição alimentar e comparados ao grupo controle (alimentação diária), durante o período de 21 dias de experimento (SALOMÃO; DRIMEL; SANTOS, 2017). Assim como Azodi et al. (2016) que estudaram o crescimento compensatório pós privação alimentar de ciclos curtos no desempenho de juvenis de robalo asiático (Lates calcarifer) e concluíram que também há compensação de crescimento total para esta espécie. Cotrim et al. (2016) observaram crescimento compensatório parcial em juvenis de bagre da Amazônia (Pseudoplathystoma reticulatum fêmea x Leiarius marmoratus macho) submetidos a 30 dias de jejum e 90 dias de realimentação em um experimento que durou 120 dias, com a utilização de 4 diferentes níveis de restrição alimentar e que teve como objetivo avaliar características de crescimento e padrão morfológico do tecido muscular esquelético da espécie. Crescimento compensatório parcial também foi encontrado no peixe Cará (Cichlasoma dimerus) adulto, quando submetido a um período de realimentação após longo período de privação alimentar (DELGADIN et al., 2017).

Já o crescimento compensatório excessivo ou sobrecompensação alimentar foi identificada por Fang et al. (2015) em juvenis de linguado (*Cynoglossus semilaevis*), onde foram submetidos a regimes de restrição alimentar sob influência de altas temperaturas (estresse térmico) e observaram que o tratamento onde os peixes foram

expostos à temperatura da água em 28 °C por uma semana, resultou em crescimento compensatório excessivo na espécie, indicando que a compensação foi induzida pela temperatura e não pela restrição alimentar. Fato parecido foi descrito por Hayward et al. (2015) que ao avaliar a restrição alimentar em juvenis de lúcio amarelo ou Walleye (Sander vitreus) em diferentes estações do ano, observaram que houve sobrecompensação alimentar em relação ao grupo controle nos peixes do tratamento denominado SS80 aos quais foram alimentados por duas semanas com ração de manutenção (0,4% do peso vivo ao dia) e mais quatro semanas com 80% da taxa de alimentação de saciedade do grupo controle (4,8% do peso vivo ao dia) no período de verão/outono.

Além da restrição alimentar, outras situações desfavoráveis aos peixes também podem influenciar no crescimento compensatório, como condições ambientais inadequadas, temperatura, hipóxia (YASUMIISHI e FARLEY, 2016; PENG et al., 2017; CADIZ et al., 2018), bem como fatores relacionados a estação do ano (HAYWARD et al., 2015; SAVOIE et al., 2017) e entre outros. Em diversas pesquisas realizadas para avaliar o crescimento compensatório destes animais, verificou-se que este fenômeno é alcançado por uma exacerbada ingestão de alimento, denominada hiperfagia, durante a realimentação (LIMBU e JUMANNE, 2014; GAO et al., 2015; NUÑER e FERREIRA, 2018; DAR et al., 2018; LIU et al., 2019).

3.2 Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

A espécie de peixe tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier,1818), pertence à família *Characidae*, classe *Actinopterygii* e, ordem *Characiformes*, e originalmente encontrado nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco (GOMES et al., 2010). Segundo Araújo-Lima e Goulding (1998), o tambaqui é uma espécie naturalmente migradora, que necessita desta ação para sua maturação sexual, e é também uma espécie rústica que resiste a baixas quantidades de oxigênio dissolvido na água, suportando valores abaixo de 1 mg/L. Em extremas condições de ausência de oxigênio o tambaqui apresenta uma adaptação morfológica conhecida popularmente como "aiu", na qual ele expande o lábio

inferior e consegue capturar e conduzir o oxigênio presente na lâmina d'água para suas brânquias (BALDISSEROTTO, 2009).

O tambaqui pode medir em torno de 70 cm de comprimento máximo em confinamento e no âmbito comercial, no entanto, o comprimento máximo encontrado na natureza foi de 108 cm e peso máximo em torno de 40 kg (FISHBASE, 2019). Possuem aparato bucal resistente, dentes e mandíbula fortes que consequem quebrar frutos e sementes, alimentos que são preferencialmente consumidos pela espécie na natureza no período de enchente e cheia dos rios, e durante a vazante e seca consomem basicamente zooplanctons, definindo-o como um peixe onívoro por este hábito alimentar (HONDA, 1974). Alimentos secundários como insetos, moluscos, algas, macrófitas e peixes são consumidos em menor frequência e quase sempre ingeridos com os que são consumidos em maior frequência (GOULDING e CARVALHO, 1982). Em ambiente de criação, o tambaqui apresenta boa aceitabilidade para consumir ração, subprodutos de agroindústrias e grãos. A capacidade que esta espécie tem de aproveitar os mais variados tipos de alimentos, faz com se obtenha sucesso na adaptação em cativeiro (SUFRAMA, 2003). O tambaqui é um peixe que tem hábitos alimentares diurnos, este fato promove a otimização do seu metabolismo e estimula o consumo de ração em períodos de maior tempo de exposição a luz (MENDONÇA et al., 2012).

O tambaqui é amplamente encontrado e criado na América do Sul, com ênfase nas regiões Norte e Nordeste (SILVA et al., 2013). A cor da água determina a coloração do tambaqui na fase adulta, fazendo com que os indivíduos que habitam rios de águas pretas sejam mais escuros e os indivíduos que habitam rios de águas barrentas sejam mais claros, já os juvenis desta espécie que medem até 10 cm de comprimento possuem na parte mais central do corpo uma mancha escura que se estende até a nadadeira dorsal e desaparece completamente após esse tamanho (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2006).

Para aprimorar o desempenho produtivo do tambaqui, pesquisas direcionadas ao pacote nutricional e manejo alimentar desta espécie são cada vez mais promissoras. Alimentos e ingredientes alternativos como a fruta Camu camu (*Myrciaria dubia*) (ARIDE et al., 2018), farinha da torta de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) (XAVIER et al., 2019) e farinha de manga (*Mangífera indica*) (BEZERRA e MELO, 2014) que são

introduzidos como suplementação ou substituto de algum ingrediente convencional da ração, tem obtido sucesso em sua inclusão em dietas para tambaquis melhorando seu desempenho.

Níveis adequados de proteína bruta já foram documentados para a espécie (LIMA et al., 2016; NETO et al., 2017), assim como níveis energéticos (SANDRE et al., 2017), entretanto trabalhos relacionados a exigências nutricionais com aminoácidos e ácido graxos essenciais, além de vitaminas e minerais são limitados e há ainda a necessidade de estudos mais aprimorados sobre digestibilidade de frações energéticas e proteicas na alimentação do tambaqui (RIBEIRO et al., 2016).

3.3 A piscicultura no Amazonas

A aquicultura e a pesca ainda são importantes fontes de alimento, renda e subsistência para inúmeras pessoas no mundo inteiro (FAO, 2016). A piscicultura é uma prática que envolve a criação adequada de peixes, que deve ter planejamento apropriado e abranger uma sequência de custos diretos e indiretos para produção eficaz (VALENTI et al., 2000). A criação de peixes também possui ampla importância social e econômica para promover o aumento na produtividade de alimentos, contribuindo também na conservação de várias espécies provenientes de ambientes naturais (FAO, 2010). Na Amazônia, a pesca tem grande importância pois é praticada pelos indígenas desde o período pré-colombiano (VERÍSSIMO, 1995) e em tempos atuais é uma opção de renda para populações ribeirinhas e pescadores das cidades que passam dias viajando por lagos e rios da Amazônia a procura de pescados para subsistência (NASCIMENTO et al., 2017). De acordo com Batista e Petrese Jr. (2003), apesar dos recursos pesqueiros serem expressivos na bacia amazônica, a procura por espécies de alto valor de mercado diminuiu consideravelmente os estoques naturais, todavia, incentivou o progresso da criação de peixes em cativeiro (FREITAS, 2003).

Nakauth et al. (2015) afirmam que a variação da disponibilidade do pescado devido as inundações sazonais que a região amazônica sofre todos os anos, somado a estabilização da produção pesqueira tornaram a piscicultura uma fonte cada vez mais importante de abastecimento de peixes para a região. A região amazônica apresenta uma série de vantagens que pode torná-la a maior produtora de peixes provenientes de

criação e entre essas vantagens estão: abundância de espécies nativas potencialmente produtivas, altas temperaturas durante o ano todo, disponibilidade de recursos hídricos, além de tecnologias que podem ser adaptadas a criação de várias espécies na região.

Contudo, de acordo com Lima (2018), a piscicultura no Amazonas ainda vem sendo elaborada com métodos que são passados de um produtor ao outro sem conhecimento científico, e com ausência parcial ou total da utilização de conhecimentos tecnológicos ou orientação de profissionais, empregando mão de obra familiar como forma de complementar a renda, sem haver qualquer interesse de adequar os investimentos para otimizar a produção e potencializar o retorno financeiro. Juntando essas condições a baixos preços praticados no mercado, resultam em pouca capacidade para obter ganhos econômicos com esta atividade atualmente. Medidas podem ser adotadas para auxiliar na tomada de decisões frente as dificuldades que inviabilizam a piscicultura no estado, como capacitar produtores e viabilizar apoio profissional, incentivar a multiplicação de tecnologias para otimizar a eficiência produtiva e agregação de valor ao produto, o apoio da atividade por entidades representantes, registrar e avaliar preços, suporte para criar mecanismos de controle sem deixar de mencionar estratégias que reduzam dispêndios com insumos, principalmente com a alimentação dos peixes, onde a ração gera maior influência negativa sobre os custos na criação (LIMA, 2018).

A região Norte é a grande produtora de pescado do Brasil, ocupando a primeira posição segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017), onde constatou-se que em 2016 a produção total foi estimada em 149,75 mil toneladas, o que correspondeu a 29,53% da produção brasileira total e rendeu 507,12 mil toneladas para o país. O Censo Agropecuário, do IBGE em 2017, também estimou o número de estabelecimentos de produção aquícola da região Norte que totalizou 48.286. No Amazonas existem 4.571 propriedades aquícolas, dentre elas 1.678 são produtores de tambaqui. Esta espécie está entre as principais produzidas no estado e atualmente está na segunda posição de peixes comerciais mais produzidos no Brasil instigando pesquisas relacionadas a preservação, ecologia, genética, fisiologia e tecnologias de produção voltadas à criação do tambaqui (MORAIS e O'SULLIVAN, 2017).

A criação de tambaqui em viveiros de argila/barragens é economicamente vantajosa, podendo ser executada por produtores de pequeno, médio e grande porte

(MELO et al., 2010), isto se deve ao fato de a produtividade por área ocupada ser maior que a de outras criações como por exemplo suíno, aves, ovinos, bovinos etc. (BARÇANTE e SOUSA, 2015). No estado do Amazonas, a criação do tambaqui é majoritariamente voltada para a comercialização, utilizando o sistema semi-intensivo e em empreendimentos de pequeno porte (LIMA; BUSSONS; PANTOJA-LIMA, 2019). Uma pesquisa realizada por Gomes et al. (2016) em um município próximo a cidade de Manaus, apresentou que em tanques escavados a criação do tambaqui tem impacto positivo com relação a renda da população, porém este sistema ainda é precário no quesito pacote tecnológico e requer aumento na demanda por recursos para este modelo de criação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local Experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes do setor de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada na rodovia AM – 010, KM 29, na cidade de Manaus, Amazonas. Todos os procedimentos foram realizados conforme solicitação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Amazônia Ocidental (Protocolo Nº 07/2018 – Certificado de Aprovação) e obtiveram regularização para acesso ao patrimônio genético (animais envolvidos no experimento) por meio da inserção do cadastro A8E019E, através da plataforma do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) / Ministério do Meio Ambiente (MMA).



Figura 1 - Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes no Setor de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental Fonte: Farias, E. G. (2019)

4.2 Aquisição dos Insumos

As rações utilizadas nos experimentos foram adquiridas em casa agropecuária na cidade de Manaus. Foram utilizadas rações comerciais extrusadas contendo 45% de PB com pellets de 2,6 mm. Essas rações foram armazenadas na sala de ração do setor de piscicultura, local livre de umidade e ao abrigo de luz, com temperatura controlada por ar condicionado até o momento do uso.

Foram adquiridos juvenis de tambaqui, provenientes de piscicultor comercial do Município de Rio Preto da Eva. No laboratório, os peixes foram aclimatados durante 10 dias em caixa de fibra contendo 2.000 L de água de poço artesiano e aeração artificial. Durante esse tempo os juvenis foram alimentados com ração comercial duas vezes ao dia, às 9 e 15 horas.



Figura 2 - Ração comercial utilizada para alimentação dos juvenis de tambaqui Fonte: Dairiki, J. K. (2020)



Figura 3 - Juvenis de tambaqui utilizados no experimento Fonte: Farias, E. G. (2020)

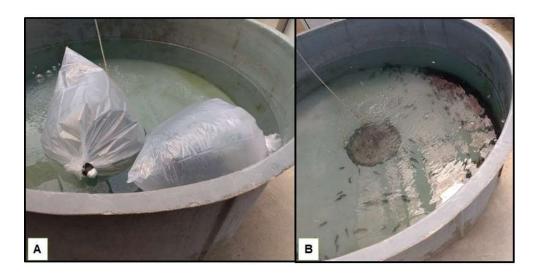


Figura 4 - A: Aquisição dos juvenis de tambaqui. B: Aclimatação dos juvenis de tambaqui Fonte: Farias, E. G. (2020)

4.3 Delineamento Experimental

O experimento teve duração de 45 dias entre os meses de março a abril de 2020. Foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 5 repetições cada. As unidades experimentais foram aleatorizadas utilizando a ferramenta eletrônica Edgar II (BROWN, 2005). Foram utilizados 180 juvenis tambaquis com peso médio de $25,89 \pm 3,57$ g e de comprimento médio $11,69 \pm 0,65$ cm, distribuídos em 30 unidades experimentais, cada uma com 6 peixes.

Os tratamentos foram divididos da seguinte forma: T0 – Alimentação diária (controle); T1 – um dia de jejum por semana; T2 – dois dias de jejum por semana; T3 – três dias de jejum por semana; T4 – quatro dias de jejum por semana; T5 – cinco dias de jejum por semana. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (9 h e 15 h). O ajuste da quantidade de alimentação foi elaborado de acordo com o peso da biomassa do lote, utilizando taxa de arraçoamento entre 3 a 5 % e para isso foram realizadas biometrias quinzenais para efetuar os reajustes necessários.



Figura 5 - Pesagem de ração para cada tratamento de acordo com a biometria do lote Fonte: Farias, E. G. (2020)



Figura 6 - Sistema de bacias experimentais com aeração e renovação de água constantes em bancadas

Fonte: Farias, E. G. (2020)

4.4 Análise de água

A temperatura da água foi registrada duas vezes ao dia (às 9 h e as 15 h), diariamente. O pH e o oxigênio dissolvido foram monitorados semanalmente com auxílio de pHmetro e oxímetro digitais. Também foi realizada coleta de água para análise dos

níveis de amônia, alcalinidade, dureza e nitrito que foram analisadas no Laboratório de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental. Na tabela a seguir estão os valores médios encontrados para cada parâmetro de qualidade de água analisado.

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros de qualidade de água

Parâmetros	Médias*
Temperatura (°C)	28,11 ± 0,99
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	$6,38 \pm 1,56$
рН	$5,79 \pm 0,23$
Nitrito (mg/L)	0.00 ± 0.00
Amônia (mg/L)	$0,68 \pm 0,55$
Alcalinidade (mg/L)	$4,00 \pm 1,69$
Dureza (mg/L)	$4,60 \pm 0,42$

^{*} Média seguida por desvio padrão

4.5 Análise dos Índices de desempenho zootécnico

Ao final do experimento foi realizada biometria nos lotes de cada unidade experimental e com os dados obtidos foram efetuadas as seguintes análises: Peso inicial (PI) e Peso Final (PF), Ganho de Peso (GP) = [(peso final) – (peso inicial)]. Para a obtenção do Consumo de ração e Conversão Alimentar Aparente (CAA) = [(consumo de ração) ÷ (ganho de peso)] foi contabilizada a quantidade de ração consumida e para a análise de Sobrevivência (S) = [(número de animais final ÷ número de animais inicial) x 100], foram contabilizados o número de peixes mortos durante o período experimental.



Figura 7 - Pesagem do lote de juvenis de tambaqui para biometria final do experimento Fonte: Almeida, G. S. (2020)



Figura 8 - Pesagem em balança analítica e mensuração de tamanho em ictiômetro dos juvenis de tambaqui para determinação da biometria final Fonte: Ferreira, L. S. (2020)

4.6 Análise de parâmetros sanguíneos

Foram retirados três peixes de cada unidade experimental e após serem anestesiados com solução de eugenol contendo 0,4 mL de solução por litro de água, foi realizada a coleta de sangue por punção da veia caudal com seringa e agulha previamente umedecidas com solução anticoagulante (EDTA). Imediatamente após a coleta foi efetuada a leitura de glicose utilizando o aparelho medidor de glicose da marca a Accu-Chek® Active Roche e em seguida o sangue foi colocado em tubos eppendorf e posteriormente levados ao laboratório de piscicultura da Embrapa.



Figura 9 - A: Coleta de sangue por punção da veia caudal. B: Mensuração de glicose com aparelho. C: Tubos eppendorf para armazenamento de sangue. Fonte: Farias, E. G. (2020)

No laboratório a determinação do Hematócrito (Hct) foi efetuada pela leitura dos tubos capilares com auxílio de cartões de leitura onde os valores são expressos em %. Para esta leitura os tubos capilares foram centrifugados a velocidade de 10.000 rpm (Centrifuga Micro spin), onde o plasma foi separado possibilitando a determinação da porcentagem de hematócrito. A contagem de eritrócitos (Eri) foi elaborada diluindo o sangue em uma solução de azul de toluidina e formol citrato (1:200) e em seguida foram contabilizados utilizando microscópio e câmara de Neubauer. A concentração de hemoglobina (Hb) foi efetuada pela metodologia de Houston (1990), onde a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro. Com os dados obtidos foram gerados os cálculos para os índices hematimétricos de Wintrobe, como volume corpuscular médio

(VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

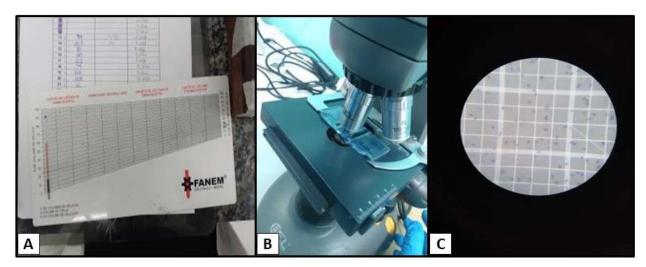


Figura 10 - A: Leitura dos tubos capilares com auxílio do cartão de leitura para contagem de hematócritos. B: Contagem de eritrócitos em microscópio. C: Eritrócito em câmara de Neubauer Fonte: Farias, E. G. (2020)

4.7 Análise dos índices de relação somática

Três peixes de cada unidade experimental foram sacrificados (os mesmos utilizados na análise sanguínea) utilizando superdosagem da solução de eugenol (2 mL da solução de eugenol para cada litro de água), em seguida foram dissecados para realizar a pesagem do fígado, gordura e vísceras. Com os dados, foram obtidos os índices de relação somática utilizando as equações a seguir:

Relação hepatossomático (RHS, %) = Peso do fígado/ Peso do peixe x 100 Índice de gordura visceral (IGV, %) = Peso da gordura/ Peso do peixe x 100 Relação viscerossomática (RVS, %) = Peso das vísceras/ Peso do peixe x 100

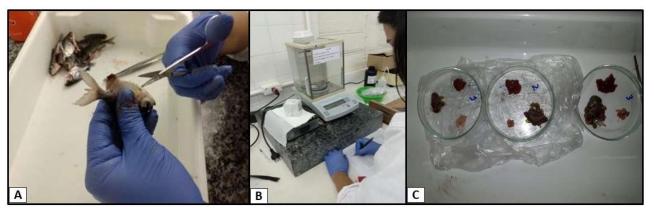


Figura 11 - A: Dissecação dos peixes para retirada do fígado, gordura e vísceras. B: Pesagem do peixe, fígado, gordura e vísceras para realizar as relações somáticas. C: Separação do fígado, vísceras e gordura para pesagem.

Fonte: Farias, E. G. (2020)

4.8 Análise do custo de produção

O custo para a produção de cada quilograma de peixe por tratamento foi efetuado a partir do custo do quilograma da ração utilizada (em 2020 o saco de 25 kg custou R\$ 113,10), multiplicando pela conversão alimentar aparente de acordo com cada tratamento.

4.9 Análise estatística

Os dados foram coletados em fichas de campo, tabulados em planilha no programa Excel e submetidos a análises de uniformidade de médias. Em seguida as médias dos tratamentos foram sujeitas a análise de variância ANOVA a 5% de significância (P<0,05), onde médias que diferiram estatisticamente foram seguidas por letras minúsculas e as que não obtiveram diferença, seguidas por "ns". Para esta análise foi utilizado o programa computacional SISVAR versão 5.7 de 2018 (Build 91 – DEX/UFLA).

5. RESULTADOS

Houve diferença estatística (P<0,05) para os valores de desempenho zootécnico (Tabela 2) nas variáveis: Peso Final (PF), Ganho de Peso (GP), Consumo de Ração

(CR) e Conversão Alimentar Aparente (CAA), entretanto não houve diferença estatística (p<0,5) para as variáveis Peso Inicial (PI) e Sobrevivência (S), onde os T3 e T5 obtiveram o mínimo de 80% de sobrevivência durante o decorrer do experimento. Os tratamentos que obtiveram melhores ganho de peso (Figura 12) foram o T0 e o T1, diferindo significativamente dos demais tratamentos.

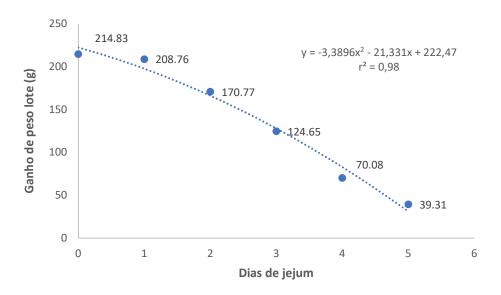


Figura 12 - Gráfico de médias relacionando os tratamentos com o ganho de peso

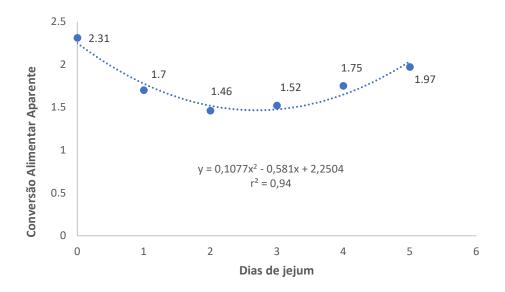


Figura 13 - Gráfico de médias relacionando os tratamentos com a conversão alimentar aparente

O consumo de ração foi significativamente menor no T5, entretanto as melhores conversões alimentares aparentes foram obtidas nos T2 e T3 (Figura 13), indicando uma possível redução no fornecimento de ração semanal aos peixes.

Tabela 2. Desempenho zootécnico (Peso inicial - PI; Peso final - PF; Ganho de peso - GP; Consumo de ração - CR; Conversão Alimentar Aparente - CAA; Sobrevivência - S) dos lotes (n = 6) de juvenis de tambaqui submetidos a restrição alimentar.

Tratamentos*	PI (g)	PF (g)	GP (g)	CR (g)	CAA	S (%)
T0	117,20 ± 8,22 ^{ns}	332,03 ± 45,44°	214,83 ± 45,47 ^a	530,25 ± 0,00 ^f	2,31 ± 0,63 ^b	86,66 ± 29,82 ^{ns}
T1	110,40 ± 4,56 ^{ns}	319,16 ± 12,7°	208,76 ± 9,01ª	$361,20 \pm 0,00^{e}$	$1,70 \pm 0,07^{ab}$	$90,00 \pm 22,36^{ns}$
T2	112,20 ± 7,75 ^{ns}	282,97 ± 27,77bc	170,77 ± 20,79 ^b	$261,30 \pm 0,00^{d}$	1,46 ± 0,21 a	$100,00 \pm 0,00^{ns}$
Т3	111,00 ± 7,10 ^{ns}	235,65 ± 15,84 ^b	124,65 ± 20,09bc	197,68 ± 0,00°	1,52 ± 0,26 a	$80,00 \pm 27,38^{ns}$
T4	111,80 ± 7,12 ^{ns}	181,88 ± 19,31 ^a	70,08 ± 12,86°	131,64 ± 0,00 ^b	$1,75 \pm 0,42$ ab	$100,00 \pm 0,00^{\text{ns}}$
T5	113,80 ± 4,54 ^{ns}	153,11 ± 21,40 ^a	39,31 ± 18,10°	$84,88 \pm 0,00^a$	1,97 ± 1,81 ^{ab}	$80,00 \pm 27,38^{ns}$
CV (%)	5,00	9,85	16,96	0,00	15,13	23,00

Tabela 3. Parâmetros hematológicos (Glicose; Hematócrito; Hemoglobina; Eritrócito, Volume Corpuscular Médio – VCM; Hemoglobina Corpuscular Média – HCM; Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média – CHCM) dos lotes de juvenis de tambaqui submetidos a restrição alimentar

Tratamentos *	Glicose (g/dL)	Hematócrito (%)	Hemoglobina (g/dL)	Eritrócito (nº/µL)	VCM (fL)	HCM (pcg)	CHCM (%)
T0	54,90 ± 9,91 ^b	22,20 ± 3,65 ^{ns}	$0,197 \pm 0,02^{ab}$	22,080 ± 5,32 ^{ns}	10,65 ± 3,71 ^{ns}	$0,093 \pm 0,02^{ns}$	0,916 ± 0,41 ^{ns}
T1	$46,40 \pm 13,74$ ab	$24,15 \pm 3,75^{ns}$	$0,204 \pm 0,01^{ab}$	27,100 ± 6,12 ^{ns}	$9,33 \pm 2,78^{ns}$	$0,078 \pm 0,01^{ns}$	$0,862 \pm 0,36^{ns}$
T2	$35,90 \pm 14,92^{ab}$	$24,25 \pm 4,00^{ns}$	0,233 ± 0,01 ^b	27,554 ± 5,57 ^{ns}	$9,25 \pm 3,01^{ns}$	$0,086 \pm 0,01^{ns}$	$0,936 \pm 0,45^{ns}$
Т3	35,60 ± 11,85 ^{ab}	$24,45 \pm 2,94^{ns}$	$0,213 \pm 0,03^{ab}$	$31,800 \pm 7,58^{\text{ns}}$	$8,06 \pm 2,12^{ns}$	$0,068 \pm 0,01^{ns}$	$0.873 \pm 0.38^{\text{ns}}$
T4	$35,20 \pm 17,00^{a}$	21,00 ± 2,57 ^{ns}	$0,185 \pm 0,03^{a}$	24,300 ± 5,10 ^{ns}	$9,11 \pm 2,96^{ns}$	$0,079 \pm 0,02^{ns}$	$0.883 \pm 0.37^{\text{ns}}$
T5	$37,50 \pm 14,34$ ab	$21,54 \pm 4,05^{ns}$	$0,175 \pm 0,02^a$	22,400 ± 8,32 ^{ns}	$10,34 \pm 2,80^{ns}$	$0,080 \pm 0,02^{ns}$	0.821 ± 0.06 ns
CV (%)	24,21	16,24	10,32	21,21	15,13	20,84	17,68

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (P<0,05). Médias, ± desvio padrão. * T0 (controle), T1, T2, T3, T4 e T5 correspondem a quantidade de dias de jejum/semana, respectivamente).

Com relação aos parâmetros hematológicos (Tabela 3), não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis hematócrito, eritrócito, Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM). A restrição alimentar afetou a glicose nos peixes, pois, houve diferença significativa e discrepância considerável entre os tratamentos T0 (Controle) e o T4. A hemoglobina apresentou diferença significativa apenas entre os tratamentos 4 e 5 em relação ao tratamento controle e não diferiu significativamente entre o T0, T1 e T3.

Após 45 dias de experimento houve diferença estatística para as variáveis peso do lote (PL), peso unitário (PU), comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), Relação Hepatossomática (RHS), Índice de Gordura Visceral (IGV) e Relação Viscerossomática (RVS) entre os juvenis de tambaqui (Tabela 4). Em todas essas variáveis houve diferença significativa entre os tratamentos, onde os maiores valores sempre foram encontrados no T0 ao qual os peixes eram alimentados diariamente,

seguindo uma ordem decrescente até o T5, onde o alimento foi ofertado apenas duas vezes na semana, com exceção do RVS no T2 que foi maior comparado aos demais tratamentos e em relação ao T0.

Tabela 4. Parâmetros morfométricos (Peso do Lote – PL; Peso Unitário – PU; Comprimento Total – CT; Comprimento Padrão – CP; Relação Hepatossomática – RHS; Índice de Gordura Visceral – IGV; Relação Vicerossomática (RVS) de juvenis de tambaqui submetidos a restrição alimentar

Tratamentos*	PL (g)	PU (g)	CT (cm)	CP (cm)	RHS (%)	IGV (%)	RVS (%)
T0	332,03 ± 45,44°	62,83 ± 10,81°	14,66 ± 0,91°	$12,10 \pm 0,73^a$	1,11 ^e	0,45°	3,07°
T1	319,16 ± 12,78°	$49,29 \pm 8,47$ bc	$13,84 \pm 0,53$ bc	12,14 ± 1,58 ^a	0,93 ^{de}	0,34bc	2,46 ^{abc}
T2	$282,97 \pm 27,77^{bc}$	46,91 ± 8,01 ^b	$13,52 \pm 0,55$ bc	11,18 ± 0,50 ^a	0.86^{cd}	0,15 ^{ab}	2,62 ^{bc}
Т3	235,65 ± 15,84 ^b	$37,98 \pm 8,93^{ab}$	$13,00 \pm 0,94^{b}$	$10,67 \pm 0,82^{abc}$	0,62 ^{bc}	0,04ª	2,38 ^{abc}
T4	181,88 ± 19,31a	$30,52 \pm 5,62^a$	11,66 ± 0,60 ^a	$9,56 \pm 0,45$ bc	0,51 ^{ab}	0,03a	1,90 ^{ab}
T5	153,11 ± 21,40 ^a	25,25 ± 3,51 ^a	$11,20 \pm 0,30^{a}$	$9,22 \pm 0,38^a$	0,34ª	0,01a	1,77ª
CV (%)	9,85	17,80	4,90	8,19	16,78	59,09	17,13

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (P<0,05). Médias, ± desvio padrão. * T0 (controle), T1, T2, T3, T4 e T5 correspondem a quantidade de dias de jejum/semana, respectivamente).

Em relação a qualidade de água, não foram observadas alterações entre os tratamentos, nos parâmetros avaliados. Os valores médios para temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nitrito, amônia, alcalinidade e dureza mantiveram-se dentro da faixa recomendados para a espécie.

Na tabela 5 foi apresentado o custo para a produção de cada quilograma de peixe por tratamento. O T2 que obteve melhor conversão alimentar aparente também apresentou o menor custo produzido por quilo de peixe, resultando em uma economia de 36,8% em relação ao T0 (controle).

Tabela 5. Custo da quantidade de ração para produção de cada quilograma de tambaqui e suas respectivas porcentagens de economia

Tratamentos	Custo da ração/Kg (R\$)	Conversão Alimentar Aparente	Custo da ração consumida / kg peixe (R\$)	% de economia
ТО	4,52	2,31	10,44	0
T1	4,52	1,70	7,68	26,4
T2	4,52	1,46	6,60	36,8
Т3	4,52	1,52	6,87	34,1
T4	4,52	1,75	7,91	24,2
T5	4,52	1,97	8,90	14,7

6. DISCUSSÃO

Os tratamentos que obtiveram diferenças significativas entre as variáveis peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico, justificam-se em decorrência do número de dias em jejum que cada tratamento foi submetido, iniciando com o T0 (controle) ao qual os peixes foram alimentados todos os dias seguindo uma ordem decrescente até o T5 em que os peixes foram alimentados dois dias na semana.

Todas as variáveis seguiram uma ordem decrescente em todos os tratamentos exceto a conversão alimentar aparente que decresceu até o T2, quando os peixes ficaram dois de jejum na semana e se tornou crescente a partir do T3 até T5, apresentando melhora na conversão alimentar à medida que diminuíram os dias de alimentação para cada tratamento.

A melhor conversão alimentar apresentada ocorreu no T2, seguida pelo T3. Resultado similar foi exposto por Santos et al. (2018) que ao trabalharem com desempenho produtivo de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes restrições alimentares e realimentação em sistemas de tanque rede encontraram as melhores conversões alimentares em 3 e 2 dias de restrição. Segundo esses autores a quantidade de alimento ingerido pelo peixe e sua eficiência em transformar esse alimento em tecidos corporais tem relação estreita com a conversão alimentar.

Quando comparados ao T0 (controle), foram observados os melhores ganhos de peso e taxa de crescimento específico no T1, inferindo que um dia de jejum não prejudica

o desempenho dos juvenis de tambaqui corroborando com Paz, Pastrana e Brandão (2018) que utilizando a mesma estratégia em seu estudo (um dia de jejum na semana) com juvenis de tambacu (*Piaractus mesopotamicus x Colossoma macropomum*) apresentaram ganho de peso e taxa de crescimento especifico similar demonstrando que juvenis dessa espécie conseguem compensar crescimento após 1 ou 2 dias de restrição alimentar na semana, segundo os autores durante a realimentação ocorreu uma maior quantidade no consumo de alimento (hiperfagia) ocasionando o restabelecimento de seu crescimento e suas reservas corporais.

A restrição alimentar afetou consideravelmente a glicose dos juvenis de tambaqui, os peixes que foram alimentados diariamente mantiveram nível considerado adequado em situação de repouso para essa espécie de acordo com Gomes et al. (2001) que encontraram quantidades de glicose ente 50 e 70 mg/dL. Os peixes que receberam alimentação restrita apresentaram glicose abaixo do considerado ideal possivelmente devido a menor disponibilidade de alimento proporcionado pela condição de jejum. Entretando, Roa et al. (2019) estudando a produtividade de juvenis de tambaqui submetidos a ciclos curtos de restrição alimentar e realimentação apesar de encontrarem alterações sanguíneas como baixa concentração de hemoglobina e hematócrito, não encontraram diferença na quantidade de glicose entre os peixes privados de alimentação e os alimentados diariamente, de acordo com esses autores é possível que esses peixes mantiveram seus índices glicêmicos regulares utilizando como fonte de energia os triglicerídeos, assemelhando -se ao presente estudo.

Ao contrário da glicose que diferiu significavamente entre o T0 e o T4 a hemoglobina apresentou alteração, entretanto não houve diferença significativa entre os tratamentos que permaneceram 1, 2 e 3 dias na semana em jejum do tratamento controle (T0). Os Tratamentos 1, 2 e 3 apresentaram concentração de hemoglobina numericamente maior que no controle e os tratamentos que ficaram 4 e 5 dias em jejum na semana tiveram concentração de hemoglobina menor. Similar ao presente estudo, outra pesquisa feita com a mesma espécie demonstra que a hemoglobina não é alterada com 1 ou 2 dias de jejum em sistema de recirculação de água (RAS) (ASSIS et al., 2020).

No presente estudo podemos observar que os tratamentos que foram submetidos as restrições alimentares, quando comparados ao controle, obtiveram índices

hepatossomático, viscerossomáticos e de gordura visceral reduzidos em razão da diminuição do consumo de ração e consequente perda de peso onde em situação de jejum o peixe utiliza as reservas energéticas estocadas no fígado e vísceras para utilizar na manutenção de suas funções vitais. Na presente pesquisa houve diferença estatística entre os tratamentos e diminuição no índice hepatossomático à medida que os dias de jejum aumentavam. O mesmo ocorreu no estudo feito por Assis et al. (2020) que investigaram a restrição alimentar em juvenis de tambaquis em sistemas de recirculação de água, assim como no presente estudo, esses autores observaram a diminuição dos níveis de lipídeo hepático bem como a inalteração dos lipídeos musculares e gordura mesentérica quando compararam o tratamento controle com os animais que ficaram em jejum de dois dias semanais. Entretanto perceberam que o lipídio hepático não foi suficiente para aumentar e nem manter o fornecimento de energia para o organismo do animal inferindo que a glicose supriu a necessidade energética dos mesmo durante o período de jejum.

Em 45 dias de experimento, este estudo mostrou que 1 e 2 dias de restrição alimentar possibilitaria uma economia em torno de 26,4% a 36,8% respectivamente em relação ao custo com ração. Similar foi mostrado por Paz, Pastrana e Brandão (2018) ao estudarem a privação alimentar em juvenis de tambacu (*Piaractus mesopotamicus x* Colossoma macropomum) descobriram que restrição alimentar de até dois dias na semana possibilita reduzir até 10,8% o consumo de ração desta espécie. Outros autores que também encontraram respostas similares foram Palma et al. (2010) que estudando restrição alimentar em juvenis de tilápia do Nilo encontraram redução da quantidade de ração em torno de 22,5% quando submetidas a restrição alimentar por 2 dias na semana. Estes estudos comprovam que 1 ou 2 dias de restrição semanais, ou seja, ciclos curtos de restrição alimentar (exemplo: aos sábados e domingos) podem ser aplicáveis na criação de tambaqui na fase juvenil sem danos ao seu desenvolvimento além de reduzir o custo com alimentação para os criadores. É importante lembrar que a dificuldade de acesso a região norte torna os insumos mais onerosos, Lima (2018) relata que o custo elevado para aquisição de insumos como alevinos e ração é um dos principais obstáculos relacionados a criação do tambaqui e não se pode esquecer também que a alimentação compõe o equivalente a 70% desses custos. Frente a estas situações os

piscicultores locais necessitam criar estratégias para que o custo final da produção do tambaqui possa se tornar menos elevado e o preço seja competitivo com o de outros estados, para isto existem várias estratégias relacionada a alimentação, como por exemplo, alimentos alternativos (DA SILVA, et al., 2016; DALCIN et al., 2018; DA SILVA et al., 2021) e manejos utilizando a restrição alimentar com a finalidade de diminuir o custo com ração, que mostrou-se de maneira eficiente neste estudo bem como de outros autores já mencionados no decorrer deste trabalho.

7. CONCLUSÃO

Juvenis de tambaqui submetidos a até dois dias de restrição alimentar podem apresentar crescimento compensatório parcial, além de diminuir em até 36,8% os custos com fornecimento de ração.

Submeter juvenis de tambaqui a mais de dois dias de restrição alimentar compromete o desempenho zootécnico, as relações somáticas, além de causar alteração hematológicas na glicose e hemoglobina.

8. REFERÊNCIAS

ABP. Associação Brasileira de Piscicultura. Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2019. São Paulo: **Associação Brasileira de Piscicultura**, 2020.

ABP. Associação Brasileira de Piscicultura. Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2020. São Paulo: **Associação Brasileira de Piscicultura**, 2021.

AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FISHERIES DEPARTMENT. The State of World Fisheries and Aquaculture, 2000. **Food & Agriculture Org.**, 2000.

AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The State of World Fisheries and Aquaculture, 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp. 2016.

ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. **Fish and fisheries**, v. 4, n. 2, p. 147-190, 2003.

APHA. Standard methods for determinations of water and wastes. 12 ed. Washington, DC: Join Editorial board, 198p. 1980.

ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Tefé, AM: Sociedade Civil de Mamirauá, Brasília: CNPq. 1998, 186p.

ARIDE, P. H. R. et al. Changes on physiological parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed with diets supplemented with Amazonian fruit Camu camu (*Myrciaria dubia*). **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 2, p. 360-367, 2018.

ASSIS, Y. P. A. S. et al. Feed restriction as a feeding management strategy in Colossoma macropomum juveniles under recirculating aquaculture system (RAS). **Aquaculture**, v. 529, p. 735689, 2020.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official Methods of Analysis, 17th ed. Washington, DC, 2000.

AZODI, M. et al. Effects of intermittent feeding on compensatory growth, feed intake and body composition in Asian sea bass (*Lates calcarifer*). **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 15, n. 1, p. 144-156, 2016.

BALDISSEROTTO, B. Respiração e circulação. In: BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. 2ª ed. Santa Maria: Editora UFSM. p.53-75, 2009.

BATISTA, V. S.; PETRERE JÚNIOR, M. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 1, p. 53-66, 2003.

BARÇANTE, B.; SOUSA, A. B. Características zootécnicas e potenciais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) para a piscicultura brasileira. **PubVet**, v. 9, p. 287-347, 2015.

BAVČEVIĆ, L. et al. Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length. **Aquaculture**, v. 301, n. 1-4, p. 57-63, 2010.

BEZERRA, K. S.; MELO, J. F. B. Utilização da farinha de manga como produto na alimentação de tambaqui, Colossoma macropomum, oriunda de descarte na agricultura. **Varia Scientia Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 117-130, 2014.

BROWN, J. EDGAR II. Norwich, Inglaterra, 2005. Disponível em: http://www.edgarweb.org.uk/choosedesign.htm. Acesso em: 20 ago. 2019.

CADIZ, L. et al. Metabolic response to hypoxia in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) displays developmental plasticity. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 215, p. 1-9, 2018.

CAMARGO, A. C. S.; ZAIDEN, S. F.; URBINATI, E. C. Desenvolvimento gonadal de fêmeas de matrinxã, Brycon amazonicus, submetidas a restrição alimentar. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1105-1110, 2008.

CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. A Cadeia de Produção e o Preço do Tambaqui. **Panorama da Aquicultura**, maio, 2015.

CHAGAS, E. C. et al. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2005.

CORREA, R. O. et al. Frequência alimentar de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), cultivados em tanques-rede. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2009.

COTRIM, T. S. et al. The compensatory growth of skeletal muscle cells in Amazonian catfish (*Pseudoplathystoma reticulatum* female x *Leiarius marmoratus* male). **Scientific Electronic Archives**, v. 9, n. 2, p. 53-66, 2016.

CYRINO, J. E. P. Manejo alimentar eficaz viabiliza aquacultura lucrativa e sustentável. **Visão Agrícola**, n. 11, p.73-76, 2012.

DALCIN, M. O. et al. Concentrado proteico de arroz na alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 306-314, 2018.

DA SILVA, A. R. B. et al. Formulação de ração para tilápia com substituição de ingredientes convencionais por ingredientes alternativos. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 3, p. 3683-3693, 2021.

DA SILVA, F. N. L. et al. Alimentos alternativos da agricultura familiar como proposta em rações para Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **PUBVET**, v. 11, p. 103-206, 2016.

DAR, S. A. et al. Regulation of compensatory growth by molecular mechanism in *Labeo rohita* juveniles under different feeding regimes. **General and comparative endocrinology**, v. 261, p. 8996, 2018.

DELGADIN, T. H. et al. *Cichlasoma dimerus* responds to refeeding with a partial compensatory growth associated with an increment of the feed conversion efficiency and a rapid recovery of GH/IGFs axis. **Aquaculture Nutrition**, v. 24, n. 4, p. 1234-1243, 2018.

FANG, J. et al. Growth compensation in juvenile tongue sole, *Cynoglossus semilaevis* (Güther, 1873): responses to thermal stress and feed restriction. **Aquaculture research**, v. 46, n. 11, p. 26042614, 2015.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). Addressing food insecurity in protracted crises. Roma: FAO, 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). The state of world fisheries and aquaculture. Contributing to food security and nutrition for all. Roma: FAO, 2016.

FISHBASE, FROESE, R; PAULY, D. (Ed). 2019. Disponível em: < https://www.fishbase.de/summary/Colossoma-macropomum.html>. Acesso em: 14 de out. de 2019.

FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Ed.), Nutriaqua, Florianópolis: **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, p. 231-240, 2012.

FREITAS, C. E. C. Recursos Pesqueiros Amazônicos: status atual da exploração e perspectivas de desenvolvimento do extrativismo e da piscicultura. O Futuro da Amazônia: Dilemas, Oportunidades e Desafios no Limiar do Século XXI, v. 1, 2003.

GAO, Y. et al. Body composition and compensatory growth in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* under different feeding intervals. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, v. 33, n. 4, p. 945956, 2015.

GELLER, I. V. et al. O efeito da restrição alimentar no desempenho de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **LUMINÁRIA**, v. 20, n. 02, 2019.

GENTZKOW, C. J.; MANSEN, J. M. An accurate method for the determination of blood urea nitrogen by direct nesslerization. **Journal of Biological Chemistry**, v.143, p.531-544, 1942.

GOMES, L. C. et al. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture society**, v. 32, n. 4, p. 426-431, 2001.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. 2010. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2ª ed. Santa Maria: Editora da UFSM. p.175-204.

GOMES, B. C. O. et al. Os impactos da criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanque escavado na comunidade Lago do Santana, Manacapuru, AM. In: **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: WORKSHOP DE PESQUISA E AGRICULTURA FAMILIAR: FORTALECENDO A INTERAÇÃO DA PESQUISA PARA INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 1., 2015, Manaus. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 147-156., 2016.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important Amazonian food fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 1, p. 107-133, 1982.

HAGEN, Ø. et al. Expression of growth-related genes in muscle during fasting and refeeding of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 152, p. 47-56, 2009.

HARROWER, J. R; BROWN, C. H. Blood lactic acid. A micromethod adaptes to field collection of microliter samples. **Journal of Applied Physiology**, v. 32, n. 5, p.224-228, 1972.

HAYWARD, R. S. et al. Increasing growth and feed efficiency of Juvenile Walleye, *Sander vitreus* (Mitchill, 1818), through novel, subsatiation, restrict/feed cycles from late summer into fall. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 4, p. 952-958, 2015.

HERRERA, L. A. et al. Crescimento compensatório e privação alimentar no desempenho produtivo do robalo flecha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 6, p. 776-779, 2016.

HONDA, E. M. S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. Il Alimentação de tambaqui, *Colossoma bidens* (Spix). **Acta Amazonica**, v. 4, p. 47-53, 1974.

HOUSTON, A. H. Blood and circulation. In: Methods of fish biology. SCHRECK, C. B.; MOYLE, P. B. (Eds.), **American Fisheries Society**, Maryland, USA, p. 273-334, 1990.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-Sistema IBGE de Recuperação automática (SIDRA). Plataforma de Banco da Dados Agregados. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>. Acesso em: 15 jun. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal - 2016. Rio de Janeiro: IBGE. Rio de Janeiro, RJ. v. 44, 2017, 51 p.

ISHIKAWA, N. M.; RANZANI-PAIVA, M. J. T.; LOMBARDI, J. V. Metodologia para quantificação de leucócitos totais em peixe *Oreochromis niloticus*. **Archives of Veterinary Science**, p. 54-63, 2008.

KRUGER, N. The Bradford method for protein quantification. **Methods in Molecular Biology**, v. 32, p.9-15, 1994.

LIMA, A. F. et al. Qualidade da água: piscicultura familiar. Embrapa Pesca e Aquicultura-Folder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2013.

LIMA, C. A. S et al. Caracterização e diagnostico do perfil socioeconômico da piscicultura no estado do Amazonas. 2018.

LIMA, C. A. S.; BUSSONS, M. R. F.; PANTOJA-LIMA, J. Sistemas de produção e grau de impacto ambiental das pisciculturas no estado do Amazonas, Brasil. **Revista Colombiana de Ciência Animal-RECIA**, v. 11, n. 1, 2019.

LIMA, C. S. et al. Crude protein levels in the diets of tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), fingerlings. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 183-190, 2016.

LIMBU, S. M.; JUMANNE, K. Effect of restricted and re-feeding regime on feeding cost, growth performance, feed utilization and survival rate of mixed sex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in tanks. **Int. J. Fish Aquat. Stud.**, v. 2, n. 1, p. 118-123, 2014.

LIU, W. et al. Effects of dietary manipulation on compensatory growth of juvenile genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish physiology and biochemistry**, v. 45, n. 1, p. 21-32, 2019.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. **Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2001.

MENDONÇA, P. P. et al. Morphometrical development of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) under different photoperiods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 13371341, 2012.

METÓN, I.; FERNÁNDEZ, F.; BAANANTE, and IV. Short-and long-term effects of refeeding on key enzyme activities in glycolysis–gluconeogenesis in the liver of gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v. 225, n. 1-4, p. 99-107, 2003.

MORAIS, I. S.; O'SULLIVAN, F. L. A. Biologia, habitat e cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816). **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

NETO, E. B. B. et al. Engorda de tambaquis (1 a 3 kg) arraçoados com dietas contendo 22 e 28% de proteína bruta. **Scientia Amazonia**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2017.

NUÑER, A. P. O.; FERREIRA, L. S. B. P. Food deprivation and compensatory growth in juvenile piava, *Leporinus obtusidens*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 471-478, 2018.

OLIVEIRA, A. C. B.; MIRANDA, E. C.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira / Débora Machado Fracalossi & José Eurico Possebon Cyrino (Editores). Florianópolis: **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, p. 231-240, 2012.

PALMA, E.H. et al. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p.421-426, 2010.

PAZ, A. L.; PASTRANA, Y. M.; BRANDÃO, L. V. Food deprivation does not affect growth performance of juvenile tambacu. **Acta Amazonica**, v. 48, p. 207-210, 2018.

PIRES, B. S. et al. Larvicultura do Acará Jóia (*Hemichromis bimaculatus*) em meio à bioflocos submetidos à restrição alimentar. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2, 2016.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Boletim Ativos da Aquicultura**, ano, v. 2, p. 1-5, 2016.

PENG, Y. et al. Compensatory growth of juvenile brown flounder *Paralichthys olivaceus* following low temperature treatment for different periods. **Journal of Ocean University of China**, v. 16, n. 2, p. 326-332, 2017.

POTTINGER, T. G.; RAND-WEAVER, M.; SUMPTER, J. P. Overwinter fasting and refeeding in rainbow trout: plasma growth hormone and cortisol levels in relation to energy mobilization. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 136, n. 3, p. 403-417, 2003.

RIBEIRO, F. M. et al. Alimentação e nutrição de pirapitinga (*Piaractus brachypomums*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*): Revisão. **Pubvet**, v. 10, p. 873-945, 2016.

ROA, F. G. B. et al. Production performance of tambaqui juveniles subjected to short feed-deprivation and refeeding cycles. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 4, 2019.

SALOMÃO, R. A. S.; DRIMEL, V. G.; SANTOS, V. B. Crescimento compensatório em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **PUBVET**, v. 11, p. 646-743, 2017.

SANDRE, L. C. G. et al. Growth and Energy Metabolism of Tambaqui (*Colossoma Macropomum*) Fed Diets with Different Levels of Carbohydrates and Lipids. Fish Aqua J 8: 225. doi: 10.4172/2150-3508.1000225 Page 2 of 7 Fish Aqua J, an open access journal ISSN: 2150-3508 Volume 8• Issue 3• 1000225. **Cellulose**, v. 199, n. 119, p. 49, 2017.

SANTOS, G.; FERREIRA, E.; ZUANON, J. Peixes comerciais de Manaus. Pró-Várzea, Ibama, Manaus, 2006.

SANTOS, E. L. et al. Restrição alimentar no desempenho de machos do peixe beta (*Betta splendens*). **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 12-23, 2016.

SANTOS, E. L. et al. Performance of tambaqui submitted feed deprivation and refeeding in cages. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 931-938, 2018.

SANTOS, M. S. et al. Crescimento compensatório de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) submetidos a jejum e realimentação. **REVISTA IGAPÓ - Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 9, n. 1, p. 43-58, 2015.

SANTOS, E. L. et al. Folha de amendoeira (*Terminalia catappa*) como aditivo promotor de crescimento em rações para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Agropecu. Tec.**, v. 36, p. 190-196, 2015. (versão online).

SAS Institute Inc. Base SAS ® 9.1.3 Produces Guide, Second Edition, Volumes 1, 2, and 4. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2006, 1461 p.

SAVOIE, A. et al. Preliminary investigations of the physiological adjustments associated with compensatory growth in juvenile brook charr (*Salvelinus fontinalis*). **Journal of applied aquaculture**, v. 29, n. 1, p. 16-32, 2017.

SHIMENO, S.; KHEYYALI, D.; TAKEDA, M. Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 56, p. 35-41, 1990.

SOARES, C. M. et al. Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela do farelo de canola na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p. 109-117, 2000.

SOUZA, A. S. Análise de desenvolvimento do Tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier) 1818 (*pisces, Serrasalmidae*), utilizando a massa da mandioca branca, *Manihot esculenta* (Crantz) como complemento alimentar em viveiros de piscicultura em área de várzea. Dissertação de mestrado, 2009.

SOUZA, V. L. Efeitos da restrição alimentar e da realimentação no crescimento e metabolismo energético de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotammicus* Holmberg, 1887). 1998. 118 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 1998. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/144135. Acesso em: 24 de ago. de 2019.

SOUZA, V. L. et al. Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 19-28, 2003.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Hematologia de peixes teleósteos. Marcos Tavares Dias (editor). Ribeirão Preto, 2004, 144 p.

TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen aceptor. **Analytical Clinical Biochemistry**, v. 6, p. 24-27, 1969.

VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. (Eds). Aquicultura no Brasil. Bases para um desenvolvimento sustentável. CNPq/ Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília. 2000.

VERÍSSIMO, J. A pesca na Amazônia. Livraria Clássica Alves, Rio de Janeiro. 71 206p. 1995.

WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. Recovery growth following periods of restricted rations and starvation in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. **Journal of Fish Biology**, v. 18, n. 2, p. 195208, 1981.

YASUMIISHI, E. M. et al. Trends and factors influencing the length, compensatory growth, and size selective mortality of juvenile *Bristol Bay*, Alaska, sockeye salmon at sea. **Marine and coastal fisheries**, v. 8, n. 1, p. 315-333, 2016.

YAVUZCAN YILDIZ, H. et al. Fish welfare in aquaponic systems: its relation to water quality with an emphasis on feed and faeces—a review. **Water**, v. 9, n. 1, p. 13, 2017.

9. ANEXOS



Embrapa Amazônia Ocidental Comissão de Ética para o Uso de Animais

Certificado de Aprovação

A Comissão de Ética para o Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Amazônia Ocidental certifica a proposta intitulada "Estratégias de manejo alimentar e monitoramento da qualidade da água para redução dos custos de produção do tambaqui no estado do Amazonas", sob responsabilidade de Jony Koji Dairíki, quanto ao atendimento das exigências contidas em Lei e normas para o uso de animas em ensino e pesquisa, sob o protocolo N° 07/2018, SEI 21158.004232/2018-51, aprovado em 14/12/2018 ad referendum.

Manaus, 14 de dezembro de 2018.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa cientifica
Vigencia da autorização:	01/12/2018 a 01/12/2020
Espécie/linhagem/raça:	Colossoma macropomum (tambaqui)
Número de animais:	960
Pesofidade:	<1g - 100 g
Sexo:	MF
Orlgem:	Fazenda Santo Artônio – Estrada Am 010, Km 13, Ramai Procópio, Km 1, Rio Preto da Eva – Amazonas.

Edwardra Campos Chagas

Edsandra Campos Chagas Presidente da CEUA/CPAA

Comissão de Ética no Uso de Animais – Embrapa Amazônia Ocidental (CEUA/CPAA) Rodovia AM-010, km 29, Caixa Postal 319, Manaus, AM, CEP: 69010-970 E-mail: cpaa.ceua@embrapa.br



Ministério do Meio Ambiente CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO

SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÓNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO Cadastro de Acesso Nº A8E019E

Não, sem solicitação de autorização em tramitação

Tipo de Usuário: Embrapa

Responsável pelo cadastro: 52030202215

Objeto do Acesso: Patrimônio Genético

O acesso foi realizado antes de 17/11/2015 ou obteve autorização de

acesso antes de 17/11/2015?

Finalidade do Acesso: Pesquisa

Estas atividades são baseadas em acesso realizado anteriormente?:

Este cadastro está vinculado a Não

cadastro anterior de remessa?

Patrimônio Genético

Título da Atividade: Nutrição e sanidade de espécies aquicolas da Amazônia

Titulo da Atividade em inglés: Nutrition and sanity of Amazonian aquaculture species

Não

Resumo da atividade (incluindo objetivos e resultados esperados ou obtidos, conforme o caso) A Intensificação da piscicultura causa uma major ocorrência e disseminação de problemas relacionados à nutrição e saúde dos pelxes, principalmente com heimintos do grupo dos monogeneas e acantocéfalos. Estes têm causado prejuizos aos piscicultores em razão das altas infestações e registros tem apontado um aumento significativo destes parasitas na região Norte. Consequentemente o uso de produtos guimicos para o controle destes parasitas, vem aumentando, conjuntamente com as preocupações de âmbito ambiental, no que se refere aos riscos de intoxicação aos consumidores e a poluição dos mananciais de água. Dessa forma, o uso de produtos com conhecida característica terapêutica pode ser uma alternativa interessante para amenizar os problemas apresentados, proporcionando ainda, melhor desempenho zootécnico e qualidade do pescado. Pesquisas com o uso de ingredientes não convencionais para ração de peixes, o qual apresenta um sinergismo entre o efeito anti-parasitários e aspectos que envolvem a nutrição dos animais. Sendo assim, o objetivo da atividade é avallar Ingredientes, manejos estratégicos e tratamentos para o controle de parasitas nas espécies aquicolas comerciais. Com isso espera-se obter informações relevantes sobre o uso de alimentos não convencionais e tratamentos para nutrição e sanidade dos peixes amazônicos.